三维激光扫描仪在边坡变形监测中的应用

贾士军
国核电力规划设计研究院有限公司
DOI:10.32629/gmsm.v2i5.367

[摘要] 三维激光扫描监测和传统的监测方式相比,其效率和精度相比都有较高的优势,本文主要研究了三维激光扫描仪在边坡变形监测中的应用,从三维激光扫描仪的概述出发,分析了三维激光监测和传统监测方式的对比,以及其在边坡变形监测中的具体应用。
[关键词] 三维激光扫描; 边坡; 变形监测

随着科技的发展,三维激光扫描技术的应用也越来越广泛,其高精度、自动化、可直接获取三维数据信息的特点,可以解决传统监测方法中的一些弊端。

1 三维激光扫描仪概述

1.1 三维激光扫描概述

三维激光扫描技术是测量领域中一种较为新型的测量技术,过去所使用的全站仪、GPS等测量仪器都是二维的,而三维激光扫描技术是一种新的突破,它能够获得测量物体的三维立体坐标,并将这些坐标以点云的方式进行存储,在对这些存储坐标进行处理之后,即可得出被测对象的三维几何模型,进而得出被测物体的变形数据。

1.2 三维激光扫描技术的适用性分析

1.2.1 数据获取方式

三维激光扫描技术获取数据信息的速度是非常快的,其以每秒百万点的速度对目标物体进行数据获取,并对大量的数据坐标进行处理、分析,最终得出变形数据。利用三维激光扫描技术获取数据信息比传统的测量方式更加全面客观。

1.2.2 三维激光的自动化程度

与传统的测量方式相比,三维激光能够实现自动化,自动化程度主要体现在内业数据分析和外业测量两个方面。三维激光技术在进行内业数据分析时可以利用相应的计算机软件来进行数据的对比分析,在外业测量方面可以直接按照设定的程序进行,但是对于一些精度较高的控制网来说,仍需要人工干预。

1.2.3 误差分析

(1) 误差来源

通常情况下,误差分为系统误差和偶然误差。系统误差是由于三维激光扫描自身仪器的影响所造成的误差。例如,随着测量距离的增加,仪器的发散度也会随着增加,而数据的精度就会随之降低。在边坡变形监测中三维激光扫描仪的精度要求达到1毫米,如果需要重复测量,则需要达到0.5毫米。偶然误差主要是指随机误差,主要受外界环境、距离和测量角度等的影响。被测物体的颜色、倾斜角度也都会对测量角度产生影响,颜色明亮则测量角度越小^[1]。

(2) 减小误差的办法

在测量过程中保证测量结果的准确性,减少误差是非常重要的。为减小误差可以从以下几个方面入手,一是增加扫描仪的数量,缩短扫描仪的距离,进而降低扫描仪的发散度,提升测量的精度。二是提高控制网的精度,通常情况下,一项工程需要设置多个测量站点,对于这些测量站点需要进行后期处理,最终取得变形数据。提升控制网的精度,可以减少数据处理时产生的误差,从而获得更精准的变形数据。三是提高点云数据拼接精度,在进行点云数据拼接时要合理选择合适的拼接算法和拼接方法。例如,边坡较大,其点云数据的数据量就比较大,在拼接处理时涉及到的工作量就比较大,因此,可以提前设置反射标靶,以反射标靶为中心进行数据拼接。如果边坡较小,可以直接搜索点云数据中的同名点进行拼接。

2 三维激光监测与传统监测方法的对比

常见的传统监测方式有GPS法、极坐标法、前方交会法和几何水准测量等,这些测量方法的数据精度不够、自动化程度较低、工作量较大,与传统的监测方式相比,三维激光扫描技术可以有效缓解传统监测的弊端。传统监测方式与三维激光扫描技术相比具体的优缺点如下表所示:

表1 传统监测方式与三维激光扫描技术的比较

监测方法	三维激光扫描	GPS 法	极坐标法	前方交会法	几何水准测量
优点	高精度、自动化、快捷、数据覆盖范围大、客观	三维动态实时	精度较高、操作快捷	精度高、操作简便	精度高
缺点	仪器成本高,精度有待提高	成本高,山区信号受限,预设变形点位	工程现场通视受限,预设变形点位	工作量大,交会角受限,预设变形点位	工作量大,不适用边坡工程,预设变形点位

通过对比发现,在传统监测方法中都是以预设变形点位的变化来预估整个边坡的变形,这样其数据的准确性会大打折扣,而三维激光扫描技术其精度、自动化程度以及数据覆盖面积都比传统的监测方式更具优势。

三维激光扫描仪的技术优势主要体现在以下几个方面:一是数据采样率高,三维激光扫描仪数据采样速率可高达97.6万点/秒,其采样速率是传统测量方式无法比较的。二是分辨率和精度非常高,三维激光扫描技术可以对海量的点云

数据进行处理、分析。三是可直接进行数字化信号采集,利用三维激光扫描技术可以直接获取被测目标的数字信号。四是无须接触测量,用三维激光扫描技术可以实现远距离的测量,不需要对被测物体表面进行处理,适用于环境较为恶劣的边坡监测中。五是可以主动发射扫描光源,在扫描过程中不受任何时间和空间的限制,可直接利用激光回波信号来获取信息。六是可以获得某一特定位置点的精确数据[2]。

3 三维激光扫描在边坡变形监测中的应用

3.1 三维激光扫描原理

三维激光扫描就是一个不断进行数据采集和处理的过程,它利用空间点的点云图来获取最终的采样结果。大多数三维激光扫描原理都是利用激光脉冲测距离,扫描仪发出激光脉冲,在棱镜的折射作用下,射向目标对象,之后再反射回来,最终由接收器进行信号的接受。

图1 三维激光扫描原理

3.2 数据采集流程

一般情况下,数据采集主要分为局部数据采集和整体数据采集两个部分。局部数据采集是利用三维激光扫描将局部内数据信息进行三维扫描,在扫描的过程中需要注意扫描的密度、间距等。在导线与水准测量之后,就可以获取完整的三维数据坐标,再结合最终的三维激光扫描仪便可获得最终的三维点云数据[3]。整体数据采集主要是对被测物体进行整体的扫描,在进行整体数据采集时需要对点云数据进行有效的拼接,可以利用Geomagic和cyclone这两种软件对整体监测数据进行3D拼接,进而实现整体的数据扫描。在利用Geomagic进行处理过程中,需要进行点云数据建模,从而生成边坡区域DEM,然后利用相应的软件将其转化为边坡形态地形图,进而为边坡变形监测提供有效的数据依据。以某边坡实际监测为例,由于边坡的特殊形状,利用全站仪进行边坡的测量需要设置大量的测点,而这些大量的测点并不能代表整个边坡的准确值,而三维激光扫描仪能够直接获取大量的点云数据,并利用相应的软件对点云数据进行处理,进而得出较为准确的数据。

图2 三维激光测量点云数据

3.3 数据处理介绍

在收集到大量的云数据之后,需要对其进行处理,一般情况下,云数据处理的环节主要是拼接、去噪、坐标转化、建模、3D模型比较[4]。使用局部数据采集法,可以对局部数据进行拼接,进而减少整体采集所带来的误差。使用整体采集法,可利用相应的软件将不同期的云数据拼接起来,对其进行同一化处理。去噪工作是指可以利用软件将数据信息中的噪声去除,给后期的数据处理工作带来方便。坐标转化是为了方便后期模型的建立,将收集到的点云数据转化成坐标的形式,使其统一在同一个坐标系中。建模是利用Geomagic Studio软件将被测物体的同一变形区域,用不同的颜色表现出来,进而得出边坡的具体变形值。对于3D模型的比较,可以从微观角度来观察特征和标靶中心坐标值的异同,进而得出竖向位移的变化情况。

4 结语

在测量中应用三维激光扫描技术已经逐渐成为一种趋势,三维激光技术可以获得精度和密度都更加准确的三维点云数据信息,之后利用相应的软件对其进行处理,从而得出边坡的变化状况。利用三维激光扫描技术无需提前埋设监测设备,其自动化程度、精度、密度都比较高,能够充分体现出边坡趋势的变化,适用于大型边坡的监测中。而且边坡监测还能够有效缓解传统变形监测的弊端,提升监测的准确性。

【参考文献】

- [1]明国辉.三维激光扫描技术在高边坡监测中的应用研究[J].工程建设与设计,2016(18):78-79.
- [2]于欢欢,徐亚富,谢洪波.基于三维激光扫描技术的边坡变形监测应用研究[J].中州煤炭,2015(12):111-113.
- [3]霍欣杰,崔磊,蒋国辉.浅析三维激光扫描仪在边坡变形监测中的应用[J].测绘通报,2017(11):160-161.
- [4]杨帆,李龙飞,吴昊.基于三维激光扫描的边坡变形数据提取研究[J].测绘工程,2016(10):1-4.

作者简介:

贾士军(1975--),男,山东淄博人,汉族,硕士,高级工程师,研究方向:航测、遥感及激光雷达技术的应用研究,现从事电力行业的勘测设计工作。